

Aplicações da Realidade Virtual na Reabilitação da lesão cerebral adquirida: Estudo das potencialidades de ambientes virtuais na reabilitação de sinistrados: Revisão sistemática

Liliana P. V. Mendes¹

O presente artigo tem como objectivo sintetizar estudos sobre, incidência, causas e consequências de acidentes rodoviários; aplicabilidade da realidade virtual na reabilitação neurocognitiva de sinistrados; e potencialidades do *Second Life* para desenvolvimento de autonomia do indivíduo. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, através da pesquisa manual dos artigos e livros mais citados de outros autores, incluindo estudos de revisão teórica. Critérios de inclusão: dados estatísticos *online* sobre sinistralidade rodoviária, estudos sobre utilização de ambientes virtuais na reabilitação e avaliação neurocognitiva independentemente da amostra ou défices cognitivos e psicológicos. Foi feita uma revisão sobre os estudos mais citados, para analisar a nomenclatura, indicações e quais os objectivos dos mesmos. Foram identificados 85 estudos de interesse, de entre os quais, evidenciam uma ampla heterogeneidade nos critérios de selecção dos ambientes virtuais, objectivos de estudo, tipos de amostra e tendência para a criação de novos jogos sérios para a avaliação e reabilitação neuropsicológicas de funções cognitivas.

PALAVRAS-CHAVE: Psicologia do Tráfego Rodoviário, Reabilitação Neuropsicológica, Realidade Virtual, Ambientes Virtuais.

Introdução

A literatura aponta que, embora exista pouca discordância em relação à existência de alterações cognitivas em sinistrados/vítimas de acidentes rodoviários, verificamos falta de concordância em relação à avaliação dos aspectos qualitativos e quantitativos desses deficits. O número reduzido de investigações nesta temática, pode comprovar estes factos, i.e., existe pouca variedade de abordagens metodológicas e conceptuais utilizadas no estudo destas alterações.

¹ Instituto de Investigação e Formação Rodoviária - lilianapvmendes@ifr.pt

Verificamos também que, embora os deficits cognitivos e *handicaps* sejam evidentes nestes estudos, maioritariamente, a utilidade da realidade virtual surge como método auxiliar na Terapia Comportamental, mais especificamente em sujeitos com Perturbação de Stress Pós-Traumático (Wiederhold & Wiederhold, 2008).

46

Actualmente tem aumentado o número de investigação referentes a novas abordagens de tratamento, de entre as quais, destacamos a reabilitação neurocognitiva através de jogos ecológicos, que visam minimizar os prejuízos nas funções básicas como percepção, atenção, memória, linguagem, concentração e funcionamento executivo. O crescente interesse em identificar deficits cognitivos nos sinistrados, vem ao encontro da necessidade de ampliar a compreensão dos danos humanos, físicos, emocionais e psicológicos, da vítima de acidente rodoviário, bem como encontrar o tratamento mais adequado.

Relativamente à heterogeneidade nos critérios de selecção para avaliação e reabilitação de funções cognitivas em indivíduos com TCE ou *Whiplash*, a ampla variedade de testes neuropsicológicos e ambientes virtuais utilizados e as diferenças de priorização das áreas cognitivas nos estudos, dificultam a selecção do melhor teste a ser utilizado. Diante disto questionamo-nos se é possível identificar quais baterias são mais efectivas para avaliar funções cognitivas após acidente rodoviário? Existe alguma bateria de testes específicos cuja eficácia tenha sido amplamente comprovada?

Com base nessas evidências, o foco deste artigo foi organizar e sintetizar a literatura dos últimos 19 anos (1993 a 2011), nomeadamente, estudos direccionados para a área rodoviária referentes particularmente às causas e consequências neuropsicológicas pós sinistro; testes/baterias e ambientes virtuais, que tem sido frequentemente alvo de estudo na reabilitação do dano cerebral.

Método

Quanto à pesquisa, seguimos as seguintes fases: 1) identificação da incidência de acidentes rodoviários em Portugal e no mundo, bem como o impacto global do problema em termos humanos, sociais e económicos; 2) selecção dos estudos com base nos critérios usualmente utilizados noutras investigações; 3) síntese dos estudos; 4) revisão dos testes neuropsicológicos mais citados; 5) revisão dos ambientes virtuais mais utilizados e tipo de amostra.

Os artigos revistos no presente artigo foram identificados através da consulta das seguintes bases de dados: *Academic Search Complete*, *CinahlPlus*, *E-Journals*, *Fonte Acadêmica*, *MedicLatina*, *MedLine*, *PsycARTICLES*, *PsyBooks*, *PsycCRITIQUES*, *Psychology and Behavioral Sciences Collection*, *PsycINFO* via *EBSCO HOST*, tendo

sido considerado o período entre 1993 e 2011. Durante a pesquisa, recorreremos às seguintes palavras-chave: *Brain injury and traffic accident*; *neurorehabilitation and virtual environments*; *telerehabilitation* and brain injury*; *brain injury and virtual environments*; *Second Life* and virtual environments*; *neuropsychological rehabilitation and virtual reality applications*; *neuropsychological rehabilitation and cybertherapy*; *Handicap and traffic accident*; *RehaCom*. Salientamos que também utilizamos alguns livros e sites de referência, com informação sempre actualizada no que se refere a dados estatísticos e incidência de acidentes rodoviários.

Consideramos também, as referências dos artigos identificados como relevantes, com base nas citações dos estudos revistos, tendo sido incluídos investigações com outros objectivos (e.g. Esquizofrenia, Parkinson, entre outros), para possibilitar a organização do estudo e analisar quais as baterias de testes neuropsicológicos mais relevantes na avaliação de défices cognitivos, conjuntamente com a prática de utilização de ambientes virtuais.

Critérios de inclusão: dados estatísticos *online* sobre sinistralidade rodoviária, estudos sobre utilização de ambientes virtuais na reabilitação neurocognitiva independentemente da amostra ou défices cognitivos e psicológicos; e vítimas de acidentes rodoviários e sequelas associadas, que utilizaram ou se referiram à utilização de instrumentos de avaliação neuropsicológica e ambientes virtuais.

Critérios de exclusão: foram rejeitadas as investigações que não apresentavam dados referentes à avaliação neuropsicológica e ambientes virtuais, os que não estavam disponíveis *on-line*; descrições de aplicações de realidade virtual sem evidência a amostras e resultados estatísticos; e estudos cujo foco incidia sobre outra temática que não a supracitada.

Sinistralidade Rodoviária – breves considerações

Os acidentes rodoviários têm-se evidenciado um dos maiores problemas de saúde pública. Segundo a *World Health Organization* (2004) mundialmente, todos os anos morrem mais de 1.2 milhões de pessoas (11ª causa de morte) e cerca de 50 milhões de pessoas ficam incapacitadas (9ª causa de incapacidade). Maioritariamente (90%) as mortes ocorrem em países desenvolvidos e as vítimas são na generalidade peões, ciclistas e motociclistas, na sua maioria do sexo masculino (mais de 50%) com idades compreendidas entre 15 e os 44 anos. Estes números evidenciam potenciais consequências humanas, sociais, psicológicas e económicas, ou seja, para além das vítimas mortais, os sobreviventes que ficam limitados/incapacitados fisicamente a curto ou a longo prazo, correm maior risco de desenvolver Perturbação de Stress Pós-Traumático, dor, ansiedade fóbica a viagens de condução. Dados relativos a problemas familiares (FEVR, 1995) reflectem que 85%

das famílias declinam na qualidade de vida. Neste seguimento, economicamente, a “perda” de um indivíduo produtivo, acarreta custos de tratamento normal (emergência e os iniciais) e de tratamento de lesões graves (cuidados continuados, como a reabilitação física e neuropsicológica; prestação de cuidados, apoios domiciliários e familiares) significando cerca de 4% do produto interno bruto.

Em Portugal entre 2000 e 2006 registou-se um decréscimo de acidentes rodoviários (54%) com vítimas mortais e/ou feridos graves² (ANSR, 2009). Quanto à sinistralidade rodoviária, verificou-se que em 2009, 20% das vítimas mortais são peões, maioritariamente crianças e idosos, sendo que a os atropelamentos acontecem por norma dentro das localidades.

Segundo a Direcção Geral de Saúde (2005), estes dados devem-se a múltiplos factores, nomeadamente, sinalização, piso das estradas, o comportamento dos condutores, entre outros. Contudo, não obstante da relevância da utilização do cinto de segurança, do sistema de retenção, utilização correcta do capacete, na redução do risco de mortes, estima-se que em 2020 os acidentes rodoviários sejam a 2ª maior causa de morte, tornando-se assim relevante utilizar medidas de intervenção ainda mais eficazes que permitam a diminuição de mortes e de incapacitados; dos custos médicos e de reabilitação; assim como, melhorias dos cuidados continuados mesmo que estes não possam ser muito prolongados (particularmente no caso de pessoas com graves incapacidades) de forma a promover a autonomia do indivíduo e a qualidade de vida (WHO, 2004).

Neste estudo em particular, vamos centrar-nos nas consequências neuropsicológicas pós-acidente rodoviário e na posterior reabilitação com vista à promoção e manutenção da saúde e qualidade de vida.

Consequências pós-sinistro

O acidente³ parece influenciar a percepção do risco de vida e do funcionamento social e psicológico da vítima⁴ (compreensão/consciência do impacto do trauma do sujeito e para a sua família) sendo estes relevantes para a mudança/representa-

² Segundo a definição (Convenção de Viena) **Acidentes com feridos graves**: Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte. **Ferido Grave**: Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas (ANSR, 2009).

³ **Acidente**: Ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais (ANSR, 2009).

⁴ **Vítima**: Ser humano que em consequência de acidente sofra danos corporais (*ibidem*).

tação do *selfe* da auto-percepção (efeitos positivos ou negativos no ajustamento à situação actual) (Blanchard & Hickling, 1997).

Neste sentido, alguns estudos demonstram os efeitos psicossociais e psiquiátricos consequentes do acidente rodoviário, na sua maioria (46% após um ano e 36% após 6 meses) existe comorbilidade de Perturbação Depressiva Major em indivíduos com Perturbação de Stress Pós-Traumático. Consequentemente após um grave acidente rodoviário, esperamos alterações no comportamento do condutor, especialmente fobia na condução (77%) e problemas de ansiedade, ou seja, 33% dos indivíduos manifestam medo de conduzir apenas ao fim-de-semana, em 29,5% prevalecem sintomas após três anos, 28% após cinco anos e 16% durante o primeiro ano (Mayou, Bryant, & Duthie, 1993; Blanchard & Hickling, 2003).

Consecutivos acidentes rodoviários com múltiplas lesões ou *whiplash*, durante três meses a um ano, provocam mudanças consideráveis no comportamento e nas atitudes dos condutores, ou seja, manifestam preocupações com a viagem e com os passageiros (Mayou & Bryant, 1994).

Segundo os autores Meulemans e Seron (2004) além das consequências psicológicas e por vezes físicas (amputações, paralisias, etc.) o acidente pode causar défices/incapacidades neurológicas/cognitivas que interferem significativamente na vida do sujeito, dificultando o seu quotidiano. Este estado é definido como *Handicap*, ou seja, o défice (e.g. traumatismo craniano grave, moderado ou ligeiro) provoca disfuncionamento ou alteração dos mecanismos cognitivos (e.g. diminuição de funções executivas) impossibilitando o sujeito de gerir as consequências do défice/incapacidade, pelo que se irá repercutir ao nível pessoal, privado (ajustamento familiar) e social.

Maioritariamente, em 80% dos indivíduos que são vítimas de acidentes rodoviários, manifestam dores no pescoço pós palpação, dores musculares, dor de cabeça, dormência desde o pescoço aos braços. O conjunto desta sintomatologia deve-se à hiperextensão rápida e flexão dos músculos do pescoço sem traumatismo externo da cabeça e se perda de consciência, sendo assim definida como uma lesão *whiplash* (Suisse, Harder, & Veilleux, 2001; Meulemans & Seron, 2004; Lankester, Garneti, & Bannister, 2004; Sturzenegger, Radanov, Winter, Simko, Farra, & Di Stefano, 2008; Marc, Huntoon, James, & Watson, 2007; Nebel, Stude, Lüdecke, Wiese, Diener, & Keidel, 2004; Jaspers, 1998; Ettlin, Kischka, Reichmann, Radii, Heim, Wengen, & Benson, 1992).

Comparativamente, o *whiplash* e o traumatismo craniano ligeiro⁵ têm implicações somáticas como, dor crónica, vertigens e tonturas (Endo, Ichimaru, Komagata,

⁵ Segundo o Congresso Americano de Medicina de Reabilitação (1993) o **Traumatismo Craniano Ligeiro** é definido como uma interrupção psicológica da função cerebral devido a: perda de consciência sem exceder

& Yamamoto, 2006; Huntoon & Watson, 2007; Radanov, Stefano, Schnidrig, & Sturzenegger, 1993), cognitivas, como atenção, memória e concentração, estando na sua origem possíveis danos a nível basal frontal e superior do tronco cerebral (Ettlin, et al, 1992; Venerri, Brazzelli, & Della Sala, 1998) e psicoafectivos (ansiedade, depressão, baixa auto-estima, irritabilidade, labilidade emocional, baixa resistência à frustração, impulsividade, apatia, entre outras). Muitos destes sintomas (pós-traumático) evidenciam-se entre 20% a 80% nos utentes com TCL após seis meses a ocorrência do acidente (Meulemans & Seron, 2004; Poorbaugh, Brismée, Phelps, & Sizer, 2008).

A Tabela 1, descreve investigações específicas nos sobreviventes de acidentes rodoviários, relativas às consequências psicológicas decorrentes do sinistro.

Tabela 1 – Consequências psicológicas pós acidentes rodoviário

Autor (es) Ano	Objectivos Principais	n	Instrumentos avaliação/Método	Principais conclusões
Hickling, Gillen, Blanchard, Buckley, & Taylor, 1998.	- Análise dos efeitos do Traumatismo Cranioencefálico no desenvolvimento de Perturbação de Stress Pós-Traumático (PSPT).	n = 107 sobreviventes de AR em veículos de duas rodas, incluindo 38 indivíduos diagnosticados com PSPT;	- <i>Clinical-Administered PTSD Scale (CAPS)</i> ; - <i>Rey Auditory-Verbal Learning Test (RAVLT)</i> ; - <i>Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)</i> ; - <i>Trail Making Tests A_& B (TMT)</i> ; - <i>Stroop Test</i> ; - <i>Luria Nebraska Neuropsychological Test Battery</i> ; - <i>Philadelphia Head Injury Questionnaire</i> .	- Sujeitos com perda de consciência durante o acidente rodoviário mostraram maior comprometimento em testes de velocidade e evocação tardia de material verbal. Sujeitos que sofreram TCE, desenvolveram PSPT.
Jaspers, 1998.	Analisar comorbilidade entre <i>whiplash</i> e PSPT após AR.	-----	- Revisão de literatura	- Estima-se que PSPT ocorre em 25% das vítimas de AR com lesões físicas; - Este número é provavelmente superior em indivíduos com <i>whiplash</i> .
Suissa, Harder, & Veilleux, 2001.	- Verificar a relação entre sintomas/sinais iniciais e prognóstico <i>Whiplash</i> .	n = 2627 com lesão <i>whiplash</i> após AR.	Arquivos clínicos	- Indivíduos com lesões <i>Whiplash</i> manifestam sinais e sintomas musculoesqueléticos e neurológicos durante longo período.

30 minutos; ou pela perda de sentidos imediatamente após o acidente; ou a uma alteração mental no momento do acidente (e.g. desorientação, confusão); ou a um ou vários deficits neurológicos focais que podem ou não ser transitórios. A amnésia pós-traumática deverá ser inferior a 24 horas (segundo escala de coma de Glasgow-Liège (Born et al, 1982; cit in Teasdale, et al, 1997)).

Formisano, Bivona, Brunelli, Giustini, Longo, & Taggi, 2005.	- Investigação de acidentes rodoviários em indivíduos que conduziram após lesão cerebral grave.	n = 90 lesão cerebral grave ; Coma pelo menos 48 horas; n = 90 prestadores de cuidados.	<i>Glasgow Outcome Scale (GOS)</i> preenchidos pelos prestadores de cuidados.	- 32% conduziram; - 38% envolveram-se em acidentes rodoviários, o risco relativo do acidente rodoviário em indivíduos com lesão grave vs pessoas sem lesão é de 2.3%.
Lundqvist, Alinder, & Rönnberg, 2008.	- Estudo longitudinal das consequências da lesão cerebral na saúde, características da condução e acidentes de carro; - Estudo da condução após lesão cerebral 10 anos depois.	n = 38 suj. lesões cerebrais; n = 49 saudáveis, grupo controlo.	Questionário telefónico semi-estruturado	- Testes neuropsicológicos de avaliação de velocidade de processamento e atenção, predizem competências de condução. - Sinistrados condutores são vulneráveis; - Necessidade de avaliação das suas capacidades de condução.

Na generalidade das investigações apresentadas, verificamos que as consequências psicológicas e sociais após acidente rodoviário, são bastante evidentes em qualquer população. A Perturbação de Stress Pós-Traumático é por norma a consequência mais provável após o incidente.

Verificamos também, que o traumatismo craniano grave com lesões cognitivas, afecta significativamente o comportamento de condução, ou seja, uma vez que os indivíduos manifestam funcionalidade física acima dos 80%, deduzem que os problemas de memória, atenção, orientação temporal ou espacial, inapropriadas reacções emocionais, agressividade, entre outros, não são nenhum obstáculo para a condução. Assim, será importante integrar o indivíduo num intensivo e multidisciplinar programa de neuroreabilitação para autonomamente conduzir um veículo em segurança (Leon-Carrion, Dominguez-Morales, & Martin, 2005).

Realidade Virtual - Método de Terapia Comportamental

Na psicologia/psiquiatria, as técnicas de realidade virtual permitem tanto a estimulação complexa, dinâmica e interactiva, como, a avaliação e o tratamento de aptidões cognitivas comportamentais e funcionais do sujeito próximos da vida quotidiana.

Em grupos com perturbações de foro psicológico/psiquiátrico, têm sido utilizados ambientes virtuais como forma de tratamento de indivíduos com Perturbações de Ansiedade ou com fobias específicas (Côté & Bouchard, 2008), tais como, aracnofobia, acrofobia (Rothbaum, Hodges, Kooper, Opdykes, Williford, & North, 1995),

claustrofobia (Bullinger, Roessler, & Mueller-Spahn, 2000), agorafobia (Vincelli, Choi, Molinari, Wiederhold, & Riva, 2000), fobia social, medo de falar em público, aero-acrofobia (North, North, & Coble, 1997), fobia na condução e Perturbação de Stress Pós-Traumático (Walshe, Lewis, Kim, O'Sullivan, & Wiederhold, 2003; Wiederhold & Wiederhold, 2008).

As aplicações virtuais, são também utilizadas como método auxiliar na terapia comportamental, mais propriamente, em Perturbações Obsessivo-Compulsivas (TOC) (Clark, Kirkby, Daniels, & Marks, 1998; North, et al., 1997) e em Perturbações de Comportamentos Alimentares, quanto à imagem corporal (Riva, Bacchetta, Baruffi, & Molinari, 2002).

Em crianças com Perturbação do Espectro Autista, a construção de ambientes virtuais (e.g. cozinha, rua) possibilita aprender e transferir comportamentos do mundo virtual para o mundo real (Strickland, Marcus, Mesibov, & Hogan, 1996); e treinar o reconhecimento de expressões faciais (Pioggia, Iglizzi, Sica, Ferro, Muratori, Ahluwalia, & Rossi, 2008; Trepagnier, 1999).

Esta tecnologia permite também a reprodução e treino de situações comuns de actividades de rotina, como comer, andar, em indivíduos com doença de Parkinson (Albani, Pignatti, Bertella, Priano, Semenza, Molinari, Riva, & Mauro, 2002), bem como, no controlo da medicação e no treino de habilidades sociais em doentes Esquizofrénicos (Baker, Kurtz, & Astur, 2006; Kim, Ku, Han, Lee, Park, Kim, & Kim, 2008).

A Tabela 2, especifica em pormenor estudos que foram encontrados com maior frequência em termos de população clínica, i.e., várias investigações abordam a aplicabilidade da realidade virtual em sujeitos com Perturbação Stress Pós-Traumático.

Tabela 2- Realidade Virtual como método auxiliar na Terapia Comportamental

Domínio	Autor (es) Ano	Objectivos Principais	n	Instrumentos avaliação/ Método	Principais conclusões
Perturbação Stress Pós- Traumático	Rizzo, Graap, Pair, Reger, Treskunov, & Parsons, 2006	Apresentar as especificações técnicas, características de aplicação e utilização de ambiente virtual centrado no desenvolvimento de <i>Virtual Iraq PTSD VR</i> .	-----	X-Box Game; Full Spectrum Warrior; Cidade virtual; Ambiente virtual de estrada e comboio deserto.	Um dos utentes, referiu redução pesadelos nocturnos; Os outros informaram que o cenário tem ajudado a reestruturar cognitivamente a sua experiência com resultados positivos.

Perturbação de Stress Pós-Traumático E Inoculação Stress	Wiederhold & Wiederhold, 2008	Análise da aplicabilidade da Realidade Virtual, no tratamento de PSPT; e no treino de sujeitos a situações de Stress (<i>Stress Inoculation Training</i>).	-----	Revisão Literatura	Fornecimento do estímulo necessário para melhorar sintomas de PSPT (entre 66%-99%) em vez da terapia tradicional cognitivo-comportamental. Grande parte dos estudos revelaram que o treino em situações stress em ambientes virtuais, é mais eficaz na adaptação a estímulos de stress comparativamente a situações reais.
--	-------------------------------	--	-------	--------------------	--

Após análise da literatura, podemos referir, que nenhum dos estudos tem como amostra clínica a população de sinistrados, assim, parece pertinente o aumento de estudos neste âmbito, por ser das maiores consequências experienciadas após o acidente rodoviário.

Realidade Virtual na avaliação e reabilitação neurocognitiva

A utilidade da realidade virtual na neuropsicologia tem como principais objectivos o estudo dos mecanismos cognitivos (atenção, memória, planificação e capacidades visuoespaciais, linguagem), avaliação neuropsicológica e a reabilitação cognitiva (Schultheis, Himelstein, & Rizzo, 2002).

A população clínica é diversificada, i.e., tem aplicabilidade em Perturbações da atenção e de funções executivas decorrentes de traumatismo craniano/lesões cerebrais, ou tipicamente manifestadas em Perturbações de Hiperactividade com Défice de Atenção, Obsessivo-Compulsivas ou na depressão (Trepagnier, 1999); em Perturbações da aprendizagem ou do desenvolvimento; na avaliação da capacidade de condução (Léon-Carrion, et al, 2005; Lengenfelder, Schultheis, Al-Shihabi, Mourant, & DeLuca, 2002); ou em Doenças Degenerativas como a Doença de Parkinson (Albani, et al., 2002) e Doença de Alzheimer, entre outros.

Relativamente às lesões cerebrais, estas causam degradação nos domínios cognitivos (e.g. memória, atenção, linguagem), físico, emocional, social e profissional. Outro problema comum é a redução da motivação e os programas de realidade virtual tem a particularidade de melhorar essa condição, uma vez que, é um treino atractivo e controlado de forma a incluir detalhes que podem ser distratores ou irrelevantes; o ambiente pode ser estruturado exactamente com a situação que pretendemos repetir; permite *feedback*, funcionando como reforço positivo; as situações de perigo podem ser executadas sem risco; e permite o despiste de incapacidades físicas (Davies, Johansson, Boschian, Lindén, Minör, & Sonesson, 1998).

Na generalidade dos estudos, verificamos que parte das patologias neurológicas consequentes de doenças e do Traumatismo Craniano, envolvem dificuldades de atenção. O treino em ambientes virtuais ecológicos pode inibir estas problemáticas (Nolin, Martin, & Bouchard, 2009), antecipar eventuais dificuldades nas actividades educativas e analisar resultados da eficácia de determinados tratamentos farmacológicos; possibilita a reabilitação de processos cognitivos mais elaborados como a memória (Brooks & Rose, 2003), funções executivas, capacidades visuo-espaciais e resolução de problemas; e permite o diagnóstico precoce de sintomas associados por exemplo, a demências, que põem em risco a condução automóvel (Lengenfelder, et al., 2002), e na verificação de estratégias para maximizar a independência funcional.

O sucesso de programas de reabilitação depende de métodos eficazes na avaliação cognitiva (Attree, Brooks, Rose, Andrews, Leadbetter, & Clifford, 1996). Neste sentido, os testes de avaliação neuropsicológica têm sido alterados para cenários virtuais, pois minimiza a variabilidade de resultados entre investigadores, aumentando assim, a fiabilidade e a pertinência clínica no desenvolvimento de sistemas de reabilitação cognitiva (Lezak, 1995). A evolução tecnologia e a sua aplicabilidade no tratamento de patologias do sistema nervoso (Cameirão, Bermúdez i Badia, & Verschure, 2008) facilitou o desenvolvimento de treinos de funções cognitivas específicos, de actividades da vida quotidiana e de reabilitação cognitiva.

Na avaliação e reabilitação de défices de atenção, têm sido utilizados vários ambientes virtuais, nomeadamente, salas de aula (Rizzo, Bowerly, Buckwalter, Schulteis, Matheis, Shahabi, Neumann, Kim, & Sharifzadeh, 2002), tarefas de condução (Lengenfelder, et al., 2002), escritórios virtuais (Schultheis & Rizzo, 2002), entre outros. Resumidamente, estas investigações foram úteis no diagnóstico de perturbações da atenção e no aumento de comportamentos de atenção em situações quotidianas (Katz, Ring, Naveh, Kizony, Feintuch, & Weiss, 2005).

Quanto aos processos de memória, ambientes virtuais como apartamento (Attree, Brooks, Rose, Andrews, Leadbetter, & Clifford, 1996; Brooks, Rose, Potter, Jayawardena, & Morling, 2004), a cidade (Aguirre & D'Esposito, 1997) e a casa (Rose, Brooks, Attree, Parslow, Leadbetter, McNeil, Jayawardena, Greenwood, & Potter, 1999), têm sido utilizados como forma de discriminação das distintas funcionalidades e detecção de deficits/patologias tendo em conta a idade e o sexo; desorientação temporal, desorganização e os actos repetitivos (Brooks & Rose, 2003). O supermercado virtual é usualmente utilizado na avaliação da planificação da acção (Perturbações de Parkinson) (Klinger, et al., 2004) e na reabilitação, nomeadamente, no reconhecimento de objectos e a sua utilização (Lo Priore, Castelnuovo, Liccione, 2003). Verificou-se também que este treino em crianças com *handicap*, permite transferir para o mundo real a aprendizagem espacial com consequente melhoria das habilidades espaciais (Foreman, Stanton, Wilson, & Duffy, 2003).

O recurso a distintas actividades virtuais de simulação da vida real (*shopping*, teatro, sala de aula) (Kang, Ku, Han, Kim, Yu, Lee, & Park, 2008), oferecem vantagens na aprendizagem, pois utilizam factores motivacionais lúdicos para treinar funções como a linguagem (Trepagnier, 1999), a condução (Liu, Miyazaki, & Watson, 1999), entre outros.

Um dos principais pressupostos da reabilitação cognitiva é aumentar o funcionamento na vida quotidiana, neste sentido, os ambientes virtuais ecológicos, aproximam-se da vida real e conseqüentemente podem favorecer a qualidade de vida do sujeito. No caso de sujeitos com deficiência física, as aplicações de realidade virtual, com interfaces adaptadas como *joystick*, permite-lhes uma maior autonomia e velocidade (movimentos de olhos, utilização da voz), no treino de funções cognitivas e sensório-motoras (Rizzo, Schultheis, Kerns, & Mateer, 2004).

Na tabela 3 descrevemos sucintamente estudos sobre avaliação e/ou reabilitação de diferentes domínios cognitivos.

Tabela 3 – Aplicabilidade da Realidade Virtual na reabilitação e avaliação de funções cognitivas

Domínio	Autor(es) Ano	Objectivos principais	n	Instrumentos Av- aliação/Método	Principais Con- clusões
Orien- tação topográ- fica	Bertella, Marchi, & Riva, 2000	Proposta de desenvolvimento e validação do ambiente virtual para avaliação da Perturbação de Orientação Topográfica.	n = 10 sujeitos com desorientação topográfica; 2 grupos: experi- mental e controlo	<i>Escolha sujeitos: (Mini Mental State Examination (MMSE); Wechsler Memory Scale-Revised; Corsi Test; Verbal Span; Attention Matrices; Toulouse Test; Cancellation of Gauthier Bells; Benton Visual Retention Test; Elithorn Test.</i> - Cidade virtual	Maior compreensão e validação dos modelos cognitivos de orientação espacial do que a actualmente disponível.
Orien- tação topográ- fica	Morganti, Gaggioli, Strambi, Rusconi, & Riva, 2007	Combinação de testes neuropsicológicos estandardizados e outros centrados na realidade virtual baseada na avaliação da orientação espacial de indivíduos que sofreram lesão cerebral.	n = 14 sujeitos (4 com lesão cerebral e 10 grupo controlo);	<i>Progressive Raven's Matrixes (PM47); Token Test; Boston Naming Test; Corsi Test; Trial Making Test; Attentive Matrixes; Tower of London Test; Rey's Complex Figure. VR-Maze test.</i> VR-Road Map.	Quando comparado com o grupo de controlo, os indivíduos lesionados manifestaram mais erros e uma maior lentidão, na resolução de tarefas de orientação espacial em ambientes virtuais.
Orien- tação topográ- fica	Carelli, Rusconi, Mattioli, Stam- patori, Morganti, & Riva, 2009	Estudo de características neuropsicológicas e comportamentais na desorientação topográfica	Estudo de caso com lesão occipital isquémica, bilateral e hipocampo.	Labirintos de papel e lápis, leitura de mapas e aprendizagem de direcções num mapa escrito. <i>VR-Maze test.</i>	Fornecidas evidências experimentais na avaliação subjacente às dificuldades de orientação espacial.

Avaliação de funcionamento executivo	Pugnetti, Mendozzi, Attree, Barbieri, Brooks, Cazullo, Motta, & Rose, 1998	Comparação do tradicional teste Wisconsin com uma versão virtual	n=68 (36 indivíduos com lesão cerebral; 32 saudáveis)	<i>Wisconsin Card Sorting Test</i> ; <i>RVWisconsin</i> .	A tarefa virtual parece especificar as alterações mais cedo do que a tarefa de “papel e lápis”.
Avaliação funcionamento executivo	Morris, Kotitsa, Bramham, Brooks, & Rose, 2002	O <i>Bungalow Task</i> foi desenvolvido para testar a formação da estratégia, a quebra de regras e memória prospectiva.	n = 70 (35 sujeitos com lesões pré-frontais; 35 grupo controlo).	<i>Bungalow Task (ambiente ecológico)</i>	Utilidade da realidade virtual como uma ferramenta para a investigação neuropsicológica do funcionamento executivo de uma forma ecologicamente válida.
Avaliação da memória	Rose, Brooks, Attree, Parslow, Leadbetter, McNeil, Jayawardena, Greenwood, & Potter, 1999.	Especificar os tipos de memória envolvidos durante a navegação numa casa virtual.	n =48 indivíduos TCE; n =48 grupo de controlo.	Casa Virtual	A realidade virtual, permite a detecção de deficits em indivíduos com melhor memorização do espaço de modo activo.
Avaliação da memória	Brooks, Rose, Potter, Attree, Jayawardena, & Morling, 2002.	Ambiente virtual utilizado para avaliar doentes com AVC e controlo da idade no desempenho realista de tarefas com base no tempo e na memória prospectiva.	n = 58 (36 Com AVC; 22 grupo controlo).	<i>Four-room bungalow</i> ; 12 fotografias objectos comuns.	Utilidade da RV para avaliar a capacidade de memória prospectiva em doentes com AVC. Os resultados deste estudo exploratório indicou que estes, manifestaram problemas com o conteúdo e a recuperação de tarefas de memória prospectiva,

Funcionamento Memória	Parsons & Rizzo, 2008	Validação do <i>Virtual Reality Cognitive Performance Assessment Test (VRCPAT)</i> .	n = 30 (adultos saudáveis).	<i>Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLTR)</i> ; <i>Brief Visuospatial Memory Test-Revised (BVMTR)</i> ; <i>Controlled Oral Word Association Test (FAS)</i> ; <i>Semantic Fluency (Animals)</i> ; <i>Digit Symbol Coding and Digit Span (Wechsler Adult Intelligence Scale, Third Edition (WAIS-III))</i> ; <i>Trail Making Test Parts A & B (TMT)</i> ; <i>Stroop Color and Word Test</i> ; <i>Wechsler Test of Adult Reading (WTAR)</i> . <i>VRCPAT</i> .	VRCPAT oferece uma oportunidade válida para funcionar de forma fiável e eficaz no estudo da memória dentro de um ambiente ecológico.
Aprendizagem e memória	Parsons, Iyer, Cosand, Courtney, & Rizzo, 2009	<i>Virtual Reality Cognitive Performance Assessment Test (VRCPAT)</i> para avaliar a alta fidelidade de ambientes virtuais às respostas cognitivas e psicofisiológicas de pessoas.	1ª exp.: n= 67; 2ª exp.: n= 12; 3ª exp.: n=14 (sujeitos saudáveis).	1ª exp.: <i>Hopkins Verbal Learning Test-Revised (HVLTR)</i> ; <i>Brief Visuospatial Memory Test-Revised (BVMTR)</i> ; <i>Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition</i> ; <i>Trail Making Test Part A & B</i> ; <i>Controlled Oral Word Association Test (Fas e Animals)</i> ; <i>Stroop Color</i> ; <i>Word Test</i> .	1ª exp.: <i>VRCPAT</i> como medida de aprendizagem e memória; 2ª exp.: aumento da complexidade do estímulo, diminuiu significativamente o desempenho em tarefas de atenção; 3ª exp.: respostas fisiológicas de imersão “alto” e “baixo” em ambas as apresentações dos ambientes virtuais.
Capacidades visuoespaciais	Rizzo, Buckwalter, Larson, Rooyen, Kratz, Neumann, Kesselman, & Thiebaut, 1998.	Aplicação de um ambiente virtual na avaliação e possível reabilitação de uma capacidade visuo-espacial referido como rotação mental.	n = 44	<i>The Virtual Reality Spatial Rotation (VRSR)</i> ; <i>Mental Rotation Test (MRT-A)</i> ; <i>Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R)</i> ; <i>Trail Making Test A & B</i> ; <i>The Judgment of Line Orientation Test</i> ; <i>Wechsler Memory Scale-Revised</i> ; <i>Motion History Questionnaire</i> ; <i>Simulator Sickness Questionnaire</i> .	Foram relatados alguns efeitos colaterais, principalmente a fadiga na utilização do VRSR; resultados semelhantes ao grupo de controlo; ambiente virtual como sendo um incentivo à utilização futura em grupos específicos de idosos ou em grupos de indivíduos com perturbações neurológicas.

Na Tabela 3, analisamos os processos cognitivos comumente mais avaliados, nomeadamente, orientação topográfica, do funcionamento executivo, memória e capacidades visuoespaciais. Verificamos também que maioritariamente, os testes

de avaliação neuropsicológica mais utilizados foram: *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST), *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS-III) - Escala de Inteligência Wechsler para Adultos; *Trail Making Test* (TMT) - Formas A e B; *Stroop Color and Word Test*; *Wechsler Memory Scale-III* (WMS-III); NAB-SM; Bateria Neuropsicológica de Lúria Nebraska; *Mini-Mental Status Examination* (MMSE); observamos também reduzida amostragem sendo que em alguns dos casos, são sujeitos saudáveis. Neste sentido, seria necessário replicar estes estudos para outras populações clínicas, de forma a aumentar a validade dos programas de reabilitação.

O interesse principal desta pesquisa, prendesse da necessidade de análise de estudos, que refiram a eficácia da reabilitação neurocognitiva de diversificadas funções com recurso a sistema de jogos e realidade virtual, em população com Traumatismo Cranioencefálico pós acidente rodoviário. Devido à escassez de investigações na população sinistrada, vamos centrar-nos em evidências científicas sobre determinados domínios mais investigados.

A realidade virtual pode ampliar as possibilidades terapêuticas com recurso a ambientes virtuais, com exercícios que estimulam uma grande variabilidade de capacidades semelhantes à vida real (Costa, Carvalho, & Aragon, 2000).

Diferentes estratégias de reabilitação neurocognitiva com recurso à realidade virtual têm sido propostas, nomeadamente, sistemas de jogos que abrangem várias funções cognitivas simultaneamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Aplicabilidade de Sistemas de Jogos e Realidade Virtual na neuroreabilitação

Domínio	Autor(es) Ano	Objectivos principais	n	Instrumentos Avaliação/Método	Principais Conclusões
Rea- bilitação Cognitiva	Eriksson & Dahlin-Ivanoff, 2002	Avaliar o método do programa informático <i>RehaCom</i> como ferramenta na reabilitação de pessoas com lesões cerebrais adquiridas.	n = 18 (<i>Focus-group</i>)	<i>RehaCom</i>	Utilidade de programas informáticos como meio de intervenção para melhorar a qualidade de vida das pessoas que sofrem de lesão cerebral.
Rea- bilitação cognitiva	Wiederhold & Wiederhold, 2006	Aplicabilidade do programa <i>Virtual Reality Medical Center (VRMC)</i> na reabilitação cognitiva e melhoria estado físico de veteranos de guerra.	n = 20 (grupo experimental e control) veteranos	Pré-teste e pós-teste: <i>Virtual Environment Pré-Treatment Questionnaire</i> ; <i>Beck Depression Inventory II (BDI-II)</i> ; <i>Physical Therapy Evaluation Report</i> ; <i>Overall Health Status Assessment</i> .	Os benefícios a longo prazo é o aumento do processo de reabilitação devido à eficácia do tratamento e a redução dos custos de reabilitação.

Acidente Vascular Cerebral - AVC	Kang, Ku, Han, Kim, Yu, Lee, & Park, 2008	Comparação de indivíduos que sofreram AVC com indivíduos saudáveis, num programa de RV.	n = 40 (20 AVC; 20 sem histórico de lesão cerebral.	<i>Mini Mental State Examination (MMSE)</i> ; <i>K-WAIS</i> ; Simulação virtual de compras	Resultados promissores na avaliação da função cognitiva em pacientes com AVC.
Acidente vascular cerebral	Cameirão, Bermúdez i Badia, Oller, & Verschure, 2010	Estudos do <i>Rehabilitation Gaming System</i> em indivíduos com AVC e num grupo de controlo. -Estudo da transferência de tarefas entre os ambientes físicos e virtuais.	n= 41 (21 AVC; 20 grupo controlo saudáveis)	Módulo de treino personalizado para ajuste online de dificuldade da tarefa.	Sistema de jogos de reabilitação ajustados às características individuais do usuário, permitem reabilitação individualizada sem supervisão.
Acidente Vascular Cerebral	Gaggioli, Morganti, Meneghini, Pozzato, Greggio, Pigatto, & Riva, 2009	Estudo piloto, desenvolvimento de um protótipo de realidade virtual – <i>VR Mirror</i> para apoiar indivíduos na realização de práticas mentais.	n = 9 AVC	<i>Mini Mental State Examination (MMSE)</i> ; <i>Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ)</i> ; <i>Mental Rotation Test. VR-Mirror</i> .	Boa aceitação de todo o procedimento por parte dos pacientes, sugerindo que esta tecnologia de realidade virtual possa ser integrada com sucesso em intervenções de prática mental.

No caso das vítimas de Acidente Vascular Cerebral, os ambientes virtuais terapêuticos, possibilitam o cumprimento de objectivos (dentro de limitações) que não são possíveis na terapia convencional. Assim, o ambiente virtual em 3D permite: correcções ao nível da postura e de movimentos em contingência ao feedback transmitido pelo computador; a ilusão da capacidade do indivíduo manipular directamente o monitor irá produzir ambientes mais fortes de aprendizagem do que a terapia convencional; a capacidade para explorar, interagir e cometer erros, irá proporcionar facilidade de reaprendizagem motora; a novidade e o apelo intrínseco de interacção é um factor de motivação inigualável para o exercício de reabilitação (Wann, 1996).

Sistemas virtuais de interacção social e de terapia

A realidade virtual provou ser um auxílio relevante no treino em situações ecológicas, no entanto, em algumas circunstâncias torna-se impraticável por ser excessivamente dispendioso (Rose, 1996). Relativamente ao indivíduo com deficiência, uma das maiores problemáticas, prende-se com o isolamento devido à diminuição da auto-confiança e as dificuldades associadas com acessos, mobilidade e comunicação. Algumas deficiências podem afectar a comunicação a nível da linguagem e do controlo do movimento do corpo, no caso dos músculos faciais estiverem afectados, irá dificultar as expressões de emoções e a construção de relações interpessoais a qualquer nível. Neste sentido, as aplicações virtuais

oferecem condições para o desenvolvimento rentável de ambientes ajustados à realidade individual do sujeito, sem terem de sair de casa (Roberts, Wood, & Gibbens, 1996), podendo a mesma ser integrada na Internet (www) favorecer um ambiente virtual terapêutico, estando ao alcance de por exemplo pequenas vilas/cidades com problemas económicos (Costa, et al, 2000).

Assim, a *Ciberterapia* permite desenvolvimento de autonomia e comunicação entre sujeito e clínico; e serviços de reabilitação à distância (*Telereabilitação*⁶), sendo possível atingir um determinado sistema cognitivo e emocional sem qualquer mudança significativa na abordagem terapêutica (Riva, Botella, Castelnuovo, Gaggioli, Mantovani, & Molinari, 2006).

Segundo Rizzo e colaboradores (2004), com a introdução dos videojogos interactivos e do desenvolvimento da tecnologia, os gráficos computacionais aproximam cada vez mais as imagens do mundo virtual ao mundo real, tornando as representações humanas cada vez mais realistas, os chamados “*avatars*”.

Dentro de um ambiente virtual, o indivíduo é encorajado a escolher uma auto-imagem imaginária, i.e., um corpo para representar a forma como querem ser percebidos, podendo a questão da deficiência ser ultrapassada através desta forma de comunicação (Roberts, et al, 1996).

O *Second Life* é um ambiente de jogo *online*, cujos utilizadores são representados por *avatars*. Estes podem viajar para todas as partes deste mundo, como também podem visitar sítios mais tradicionais, como, hospitais, bibliotecas, escolas, *shopping*, entre outros. Permite ser utilizado em qualquer parte do mundo e criar situações de propriedade intelectual (Swanson, 2007), i.e., pode ter um grande impacto no ensino e na aprendizagem de alguns cursos ou projectos (Jarmon, Traphagan, & Mayrath, 2008).

Esta realidade possibilita acesso a vários cenários de reabilitação social, pois o *avatar* consegue estabelecer comunicação verbal e não verbal (gestos, expressões faciais) com o sujeito que está a utilizar a plataforma. Os *avatars* têm sido utilizados como meio de terapia para Perturbações de ansiedade ou fobias específicas (falar em público, fobia social), pois são personagens que actuam directamente com o indivíduo, ou simplesmente faz parte de uma plateia (Pertaub, Slater, & Barker, 2002).

6 Telereabilitação: utilização das tecnologias de comunicação para usufruir de serviços de reabilitação à distância (Rosen, 2004).

7 Avatar – Representação em 2D ou em 3D de uma pessoa num ambiente virtual, pode estar incluído movimento e/ou som (Swanson, 2007).

No futuro, um dos maiores desafios será proporcionar/conceber autonomia a indivíduos com lesões graves a nível neurológico e motor, i.e., dar-lhes oportunidade de poderem navegar e manipular o ambiente externo sob o seu controlo (Lathan, Bogner, Hamilton, & Blannarovich, 1999).

Durante a nossa pesquisa, (Tabela 5), relativamente à utilização do *Second Life*/ambientes ecológicos, não foram encontradas investigações no que concerne à neuroreabilitação de sinistrados.

Tabela 5: ambientes virtuais ecológicos

Autor (es) Ano	Objectivos principais	Amostra	Principais conclusões
Yellowlees, & Cook, 2006.	Construção um ambiente de realidade virtual no <i>Second Life</i> , para simular as alucinações auditivas e visuais em esquizofrénicos	n=2 Esquizofrénicos; 863 usuários, visita auto-guiada.	Grande parte dos participantes, consideram que este tipo de ambiente melhorou significativamente a compreensão das distintas alucinações, tendo verificado que esta aplicabilidade permite também educação sobre a doença mental.
Piron, Turolla, Tonin, Piccione, Lain, & Dam, 2008	Estudo piloto de telereabilitação de indivíduos com AVC e deficiência motora no braço. Comparação do grau de satisfação dos pacientes submetidos ao programa de terapia de realidade virtual em casa, daqueles submetidos à terapia de RV em ambiente hospitalar.	n=10 pacientes com deficiência ligeira do braço devido a um AVC isquémico; Questionário satisfação do tratamento	A autonomia e a relação estabelecida entre terapeuta e doente, parece ser sinónimo de maior motivação na continuidade do tratamento.

Segundo o autor Rizzo (2008), até ao momento, o *Second Life* tem evidenciado algum valor como sendo um espaço de divulgação de informações educacionais e de saúde, pode permitir algum nível de formação e de pontos de encontro para actividades em grupos de apoio com populações clínicas, no entanto, questiona-se pela ética e eficácia da utilização deste espaço virtual para a prestação de cuidados clínicos.

Quanto ao nosso objecto de estudo, poder-se-à dizer que o *Second Life* parece-nos ter potencialidade para a promoção da autonomia do sujeito sobretudo em situações de *Handicap*, ou situações de desfavorecimento económico.

Discussão

Inicialmente, foram identificados 588 estudos com base em textos completos. Nos resumos que indicavam aproximação ao tema, foram seleccionados 85 artigos para uma revisão mais detalhada no âmbito rodoviário, os restantes não foram

considerados para esta revisão porque não tinham foco principal na reabilitação neuropsicológica com recurso a ambientes virtuais. Estas investigações foram excluídas pelos seguintes motivos: focaram sobretudo sintomas de Perturbação de Stress Pós-Traumático após Traumatismo Cranioencefálico em crianças adultos e idosos; surgiam na base de dados com bastante frequência publicações científicas repetidas e também propostas de projectos de investigação; outras focavam Terapias Cognitivo Comportamentais (não virtuais) no tratamento da PSPT; alguns especificavam défice cognitivo visual, como causas de acidentes rodoviários nos idosos e demências; comportamentos de risco na condução (álcool, drogas, depressão e medicamentos); imagem cerebral pós acidente rodoviário; alguns artigos não se encontravam disponíveis na versão *on-line*, necessitando de inscrição e pagamento; entre outros.

Os estudos seleccionados foram revistos e organizados por domínio, ano de publicação, autor(es), objectivos principais, tipo/número de amostra, instrumentos avaliação/método utilizados e principais conclusões. Posteriormente, foram agrupados por temática de interesse de pesquisa, i.e, por incidência da sinistralidade rodoviária; consequências neurológicas; aplicabilidade de ambientes virtuais na reabilitação e avaliação neuropsicológica; e estudo com ambientes virtuais ecológicos.

Os resultados desta revisão foram abordados teoricamente e resumidos em forma de tabelas para facilitar a compreensão. Ao longo do processo de revisão dos estudos seleccionados, encontramos escassez de informações quanto à temática em estudo. Percebemos também que nas investigações que utilizam como método de reabilitação neurocognitiva os ambientes virtuais, as amostras são bastante reduzidas e alguns estudos são indivíduos sem nenhuma patologia/défice, pelo pode comprometer a validade dos mesmos.

Verificamos também que alguns estudos focam a utilização dos ambientes virtuais como método pedagógico e como forma de avaliação neuropsicológica computadorizada, pois proporcionam menor tempo de aplicação, maior rapidez para avaliação dos resultados e facilidade de treino, o que viabiliza a utilização por profissionais de diversas áreas.

Estudos futuros devem objectivar a eliminação de limitações metodológicas (aumento e diversidade de amostra) para melhor exploração dos resultados.

Outra das limitações do presente artigo, foi a diversidade de estudos de outras temáticas e não propriamente na área rodoviária/sinistros, o que se sugere investigações adicionais para aprofundar o tema.

Dentro desta perspectiva, será necessário criar grupos de investigação de distintas áreas, com o intuito de padronizar testes neuropsicológicos indicados para utilização em estudos com vítimas de acidentes rodoviários de distintas faixas etárias e distintos graus de *handicaps*.

Bibliografia

- Aguirre, G.K., & D'Esposito, M. (1997). Environmental knowledge is subserved by separable dorsal/ventral neural areas. *Journal of Neuroscience*, 17(7), 2512-2518.
- Albani, G., Pignatti, R., Bertella, L., Priano, L., Semenza, C., Molinari, E., Riva, G. & Mauro, A. (2002). Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients. *Neurological Sciences*, 23, 49-50.
- Attree, E.A., Brooks, B.M., Rose, F.D., Andrews, T., Leadbetter, A., & Clifford, B. (1996). Memory processes and virtual environments: I can't remember what was there but I can remember how I got there. Implications for people with disabilities. In: *First European conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*.
- Baker, E.K., Kurtz, M.M., & Astur, R.S. (2006). Virtual Reality Assessment of Medication Compliance in Patients with Schizophrenia. *Cyberpsychology & Behavior*, 9(2), 224-229.
- Bertella, L., Marchi, S., & Riva, G. (2000). Applications of virtual reality for the assessment and treatment of topographical disorientation: a project. In: *Proceedings 3rd of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Blanchard, E. B., & Hickling, E. J. (1997). *After the crash: Assessment and treatment of motor vehicle accident survivors*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Blanchard, E. B., & Hickling E. J. (2003). *After the crash: Psychological Assessment and Treatment of Survivors of motor vehicle accidents (2nd ed)*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Brooks, B.M., & Rose, F.D. (2003). The use of virtual reality in memory rehabilitation: Current findings and future directions. *NeuroRehabilitation*, 18, 147-157.
- Brooks, B.M., Rose, F.D., Potter, J., Jayawardena, S., & Morling, A. (2004). Assessing stroke patients prospective memory using virtual reality. *Brain Injury*, 18(4), 391-401.
- Bullinger, A.H., Roessler, A., & Mueller-Spahn, F. (2000). Threedimensional virtual reality as a tool in cognitive-behavioral therapy of claustrophobic patients. *Cyberpsychology and Behavior*, 3, 387-392.
- Cameirão, M.S., Bermúdez i Badia, S., & Verschure, P.F.M.J. (2008). Virtual Reality based upper extremity rehabilitation following stroke: a review. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 63-74.
- Cameirão, M.S., Bermúdez i Badia, S., Oller, E.D., & Verschure, P.F.M.J. (2010). Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7, 48.
- Carelli, L., Rusconi, M.L., Mattioli, F., Stampatori, C., Morganti, F., & Riva, G. (2009). Neuropsychological and Virtual Reality Assessment in Topographical Disorientation. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 230-233.

- Clark, A., Kirkby, K.C., Daniels, B.A., & Marks, I.M. (1998). A pilot study of computer-aided vicarious exposure for obsessive-compulsive disorder. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 32(2), 268-275.
- Costa, R.M.E.M., Carvalho, L.A.V., & Aragon, D.F. (2000). Virtual city for cognitive rehabilitation. . In: *Proceedings 3rd of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Côté, S., & Bouchard, S. (2008). Virtual reality exposure for phobias: a critical review. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 75-92.
- Dados de sinistralidade [online database]. Lisboa, Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (<http://www.ansr.pt/default>, accessed 2 November 2010).
- Davies, R.C., Johansson, G., Boschian, K., Lindén, A., Minör, U., & Sonesson, B. (1998). A practical example using virtual reality in the assessment of brain injury. In: *Proceedings 2nd of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Endo, K., Ichimaru, K., Komagata, M., & Yamamoto, K. (2006). Cervical vertigo and dizziness after whiplash injury. *European Spine Journal*, 15, 886-890.
- Eriksson, M., & Dahlin-Ivanoff, S. (2002). How Adults with Acquired Brain Damage Perceive Computer Training as a Rehabilitation Tool: A Focus-group Study. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 9, 119-129.
- Ettlin, T.M., Kischka, U., Reichmann, S.R., Raddi, E.W., Heim, S., Wengen, D. & Benson, F. (1992). Cerebral symptoms after whiplash injury of the neck: A prospective clinical and neuropsychological study of whiplash injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 55, 943-948.
- Foreman, N.P., Stanton, D., Wilson, P., & Duffy, H. (2003). Spatial knowledge of a real school environment acquired from virtual or physical models by able-bodied children and children with physical disabilities. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(2), 67-74.
- Formisano, R., Bivona, U., Brunelli, S., Giustini, M., Longo, E. & Taggi, F. (2005). A preliminary investigation of road traffic accident rate after severe brain injury. *Brain Injury* 19(3): 159-163.
- Gaggioli, A., Morganti, F., Meneghini, A., Pozzato, I., Greggio, G., Pigatto, M., & Riva, G. (2009). Computer-Guided Mental Practice in Neurorehabilitation. *Advanced Technologies in Rehabilitation*, 195-208.
- Hickling, E.J., Gillen, R., Blanchard, E.B., Buckley, T., & Taylor, A. (1998). Traumatic brain injury and posttraumatic stress disorder: a preliminary investigation of neuropsychological test results in PTSD secondary to motor vehicle accidents. *Brain Injury*, 12(4), 265-274.
- Impact of road death and injury. Research into the principal causes of the decline in quality of life and living standard suffered by road crash victims and victim families*. Proposals for improvements. Fédération Européenne des Victimes de la Route, 1995 (http://www.fevr.org/inglese/studies_researches.html, accessed 13 December 2010).
- Jarmon, L., Traphagan, T., & Mayrath, M. (2008). Understanding project-based learning in Second Life with pedagogy, training, and assessment trio. *Educational Media International*, 45(3), 157-176.
- Jaspers, J.P.C. (1998). Whiplash and post-traumatic stress disorder. *Disability and rehabilitation*, 20(11), 397-404.
- Kang, Y.J., Ku, J., Han, K., Kim, S.I., Yu, T.W., Lee, J.H. & Park, C.I. (2008). Development and Clinical Trial of Virtual Reality-Based Cognitive Assessment in People with Stroke: Preliminary Study. *CyberPsychology & Behavior*, 11(3), 329-339.

- Katz, N., Ring, H., Naveh, Y., Kizony, R., Feintuch, U., & Weiss, P.L. (2005). Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with Unilateral Spatial Neglect. *Disability and Rehabilitation*, 29(2), 177 – 181.
- Kim, S.I., Ku, J., Han, K., Lee, H., Park, J., Kim, J.J., & Kim, I.Y. (2008). Virtual reality applications for patients with schizophrenia. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 101-112.
- Klinger, E., Chemin, I., Lebreton, S., Marié, R.M. (2004). A Virtual Supermarket to Assess Cognitive Planning. *Cyberpsychology and Behavior*, 7(3), 292-293.
- Lankester, B.J.A., Garneti, N., & Bannister, G.C. (2004). The classification of outcome following whiplash injury – a comparison of methods. *European Spine Journal*, 13, 605-609.
- Lathan, C.E., Bogner, M.S., Hamilton, D., & Blanarovich, A. (1999). Human-centered design of home care technologies. *NeuroRehabilitation*, 12, 3-10.
- Lengenfelder, J., Schultheis, M.T., Al-Shihabi, T., Mourant, R.R., & DeLuca, J. (2002). Divided attention and driving: a pilot study using virtual reality technology. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17, 26-37.
- Leon-Carrion, J., Dominguez-Morales, M.R., & Martin, J.M.B. (2005). Driving with cognitive deficits: neurorehabilitation and legal measures are needed for driving again after severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19(3), 213-219.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press Edition. New-York.
- Liu, L., Miyazaki, M., & Watson, B. (1999). Norms and validity of the DriVR: A virtual reality driving assessment for persons with head injuries. *Cyberpsychology and Behavior*, 2, 53-67.
- Lo Priore, C., Castelnuovo, G., Liccione, D., & Liccione D. (2003). Experience with V-STORE: considerations on presence in virtual environments for effective neuropsychological rehabilitation of executive functions. *Cyberpsychology and Behavior*, 6(3), 281-287.
- Lundqvist, A., Alinder, J., & Rönnerberg, J. (2008). Factors influencing driving 10 years after brain injury. *Brain Injury*, 22(4): 295-304.
- Marc, A., Huntoon, M.D., James, C. & Watson, M.D. (2007). Intracranial Hypotension Following Motor Vehicle Accident: An Overlooked Cause of Post-Traumatic Head and Neck Pain? *Pain Practice*, 7(1), 47-52.
- Mayou, R., & Bryant, B., (1994). Effects of road traffic accidents on travel. *Injury*, 25(7), 457-60.
- Mayou, R., Bryant, B., & Duthie, R. (1993). Psychiatric consequences of road traffic accidents. *British Medical Journal*, 307, 647-51.
- Meulemans, T. & Seron, X. (2004). *L'examen neuropsychologique dans le cadre de l'expertise médico-légale*. Belgique: Pierre Mardaga.
- Morganti, F., Gaggioli, A., Strambi, L., Rusconi, M.L., & Riva, G. (2007). A virtual reality extended neuropsychological assessment for topographical disorientation: a feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 4(26), 1-5.
- Morris, R.G., Kotitsa, M., Bramham, J., Brooks, B., & Rose, F.D. (2002). Virtual reality investigation of strategy formation, rule breaking and prospective memory in patients with focal prefrontal neurosurgical lesions. . In: *Proceedings 4th of the International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Nebel, K., Stude, P., Lüdecke, C., Wiese, H., Diener, H.C. & Keidel, M. (2004). Prospective PC-interactive pressure algometry of post-traumatic neck pain after whiplash injury. *Cephalalgia*, 25, 205-213.
- Nolin, P., Martin, C. & Bouchard, S. (2009). Assessment if Inhibition Deficits with the Virtual Classroom in Children with Traumatic Brains Injury: A Pilot-Study. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 240-242.

- North, M.M., North, S.M., & Coble, J.R. (1997). Virtual reality therapy: An effective treatment for psychological disorders. *Virtual Reality in Neuro-psycho-physiology*, 59-70.
- Parsons, T.D., Iyer, A., Cosand, L., Courtney, C. & Rizzo, A.A. (2009). Neurocognitive and Psychophysiological Analysis of Human Performance within Virtual Reality Environments. *Medicine Meets Virtual Reality*, 17, 247-252.
- Parsons, T.D. & Rizzo, A.A. (2008). Initial Validation of a Virtual Environment for Assessment of Memory Functioning: Virtual Reality Cognitive Performance Assessment Test. *Cyberpsychology & Behavior*, 11(1), 17-25.
- Pertaub, D., Slater, M., & Barker, C. (2002). An experiment on public speaking anxiety in response to three different types of virtual audience. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 11, 68-71.
- Pioggia, G., Igliozi, R., Sica, M.L., Ferro, M., Muratori, F., Ahluwalia, A. & Rossi, D. (2008). Exploring Emotional and Imitational Android-Based Interactions in Autistica Spectrum Disorders. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 1(1), 49-61.
- Piron, L., Turolla, A., Tonin, P., Piccione, F., Lain, L., & Dam, M. (2008). Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 14, 257-260.
- Poorbaugh, K., Brismée, J.M., Phelps, V., & Sizer, P.S., (2008). Late Whiplash Syndrome: A Clinical Science Approach to Evidence-Based Diagnosis and Management. *Pain Practice*, 8(1), 65-89.
- Programa Nacional de Prevenção e Controlo de Acidentes /Lesões Involuntárias, 2006-2010* [online database]. Lisboa, DGS-Direcção-Geral de Saúde, Plano Nacional de Saúde (<http://www.srsdocs.com/parcerias/publicacoes/diversos/acidentes.pdf>).
- Pugnetti, L., Mendozzi, L., Atree, E.A., Barbieri, E., Brooks, B.M., Cazullo, C., Motta, A., & Rose, F.D. (1998). Probing memory and executive functions with virtual reality, past and present studies. *Cyberpsychology and Behavior*, 1(2), 151-161.
- Radanov, B.P., Di Stefano, G., Schnidrig, A., & Sturzenegger, M. (1993). Cognitive functioning after common whiplash: a controlled follow-up study. *Archives of Neurology*, 50, 87-91.
- Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2002). Virtual-reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in binge eating disorders: a preliminary controlled study. *The IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 6(3), 224-234.
- Riva, G., Botella, C., Castelnuovo, G., Gaggioli, A., Mantovani, F., & Molinari, E. (2006). Cybertherapy in Practice: The VEPSY Updated Project. *Cybertherapy, Internet and Virtual Reality as Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience*, in: Riva, G., Botella, C., Légeron, P., & Optale, G. (Eds.)
- Rizzo, A.A. (2008). Virtual Reality in psychology and rehabilitation: the last ten years and the next! In: *Proceedings 7th of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology with ArtAbilitation*.
- Rizzo, A.A., Bowerly, T., Buckwalter, J.G., Schulteis, M.T., Matheis, R., Shahabi, C., Neumann, U., Kim, L., & Sharifzadeh, M. (2002). Virtual Environments for the Assessment of Attention and Memory Processes: The Virtual Classroom and Office. In: *Proceedings of the International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technology*, 3-12.
- Rizzo, A., Buckwalter, J.G., Larson, P., Rooyen, A., Kratz, K., Neumann, U., Kesselman, C., & Thiebaut, M. (1998). Preliminary findings on a virtual environment targeting human

- mental rotation/special abilities. In: *Proceedings 2nd of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Rizzo, A.A., Graap, K., Pair, J., Reger, G., Treskunov, A., & Parsons, T. (2006). User-centered design driven development of a virtual reality therapy application for Iraq War Combat-related post traumatic stress disorder. In: *Proceedings 6th of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Rizzo, A.A., Schultheis, M., Kerns, K.A., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1/2), 207-239.
- Roberts, D.J., Wood, C., & Gibbens, A. (1996). Tackling isolation and the expression of emotion in a virtual medium. In: *Proceedings 1st of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Rothbaum, B., Hodges, L., Kooper, R., Opdykes, D., Williford, J., & North, M. (1995). Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *American Journal of Psychiatry*, 152, 626-628.
- Rose, F.D. (1996). Virtual reality in rehabilitation following traumatic brain injury. In: *Proceedings 1st of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Rose, F.D., Brooks, B.M., Attree, E.A., Parslow, D.M., Leadbetter, A.G., McNeil, J.E., Jayawardena, S., Greenwood, R., & Potter, J. (1999). A preliminary investigation into the use of virtual environments in memory retraining after vascular brain injury: indications for future strategy? *Disability and Rehabilitation*, 21(12), 548-554.
- Rosen, M.J. (2004). Telerehabilitation. *Telemedicine journal and e-health*, 10, 115-17.
- Schultheis, M.T., Himelstein, J., & Rizzo, A.A. (2002). Virtual reality and neuropsychology: upgrading the current tools. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 378-394.
- Schultheis, M.T. & Rizzo, A.A. (2002). The Virtual Office: Assessing & Re-training Vocationally Relevant Cognitive Skills. *Paper presented at the 10th Annual Medicine Meets Virtual Reality Conference*, 7(5), 378-394.
- Strickland, D., Marcus, L.M., Mesibov, G.B., & Hogan, K. (1996). Brief report: two cases studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26(6), 651-659.
- Sturzenegger, M., Radanov, B.P., Winter, P., Simko, M., Farra, A.D. & Di Stefano, G. (2008). MRI-based brain volumetry in chronic whiplash patients: no evidence for traumatic brain injury. *Acta Neurologica Scandinavica*, 117, 49-54.
- Suissa, S., Harder, S., & Veilleux, M. (2001). The relation between initial symptoms and signs and the prognosis of whiplash. *European Spine Journal*, 10, 44-49.
- Swanson, K. (2007). Second Life: A Science Library Presence in Virtual Reality. *Science & Technology Libraries*, 27(3), 79-86.
- Teasdale, T.W., Christensen, A.L., Willmes, K., Deloche, G., Braga, L., Stachowiak, F., Vendrell, J.M., Castro-Caldas, A., Laaksonen, R.K. & Leclercq, M. (1997). Subjective experience in brain injured patients and their close relatives: A European Brain Injury Questionnaire study. *Brain Injury*, 11, 543-563.
- Trepagnier, C.G. (1999). Virtual environments for the investigation and rehabilitation of cognitive and perceptual impairments. *NeuroRehabilitation*, 12, 63-72.
- Venneri, A., Brazzelli, M., & Della Sala, S. (1998). Transient Global amnesia triggered by mild head injury. *Brain Injury*, 12(7), 605-612.

- Vincelli, F., Choi, Y.H., Molinari, E., Wiederhold, B., & Riva, G. (2000). Experiential cognitive therapy for the treatment of panic disorder with agoraphobia: Definition of a clinical protocol. *Cyberpsychology and Behavior*, 3, 387-392.
- Walshe, D.G., Lewis, E.J., Kim, S.I., O'Sullivan, K. & Wiederhold, B.K. (2003). Ar of driving Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for following a motor vehicle accident. *CyberPsychology & Behaviour*, 6(3), 329-334.
- Wann, J.P. (1996). Virtual reality environments for rehabilitation of perceptual-motor disorders following stroke. In: *Proceedings 1st of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Wiederhold, B.K., & Wiederhold, M.D. (2006). Evaluation of virtual reality therapy in augmenting the physical and cognitive rehabilitation of war veterans. In: *Proceedings 6th of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Wiederhold, B.K., & Wiederhold, M.D. (2008). Virtual Reality for posttraumatic stress disorder and stress inoculation training. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 23-35.
- World report of road traffic injury prevention*. World Health Organization, 2004 (http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/en/index.html, accessed 13 December 2010).
- Yellowlees, P.M., & Cook, J.N. (2006). Education About Hallucinations Using an Internet Virtual Reality System: A Qualitative Survey. *Academic Psychiatry*, 30(6), 534-539.

Applications of Virtual Reality in Rehabilitation of acquired brain injury: Study of the potential of virtual environments in the rehabilitation of victims: A systematic review

This article aims to summarize studies on incidence, causes and consequences of road accidents; applicability of virtual reality in neurocognitive rehabilitation of victims, and *Second Life* potential for development of individual autonomy. We performed a systematic literature review by manual search of the most cited articles and books by other authors, including studies of the theoretical review. Inclusion criteria: statistical data on road accidents online, studies using virtual environments in the rehabilitation and neurocognitive assessment regardless of the sample or cognitive deficits and psychological problems. A review on the most cited studies, to examine the nomenclature, indications, and what the objectives thereof. We identified 85 studies of interest, among which show a wide heterogeneity in the criteria for selection of virtual environments, learning objectives, sample types and tendency to create serious games for assessment and neuropsychological rehabilitation of cognitive functions.

KEY-WORDS: Road Traffic Psychology, Neuropsychological Rehabilitation, Virtual Reality, Virtual Environments.

Applications de réalité virtuelle en réadaptation des lésions cérébrales acquises: Etude du potentiel de environnements virtuels dans la réhabilitation des victimes: Une revue systématique

Cet article vise à résumer les études sur l'incidence, causes et conséquences des accidents de la route; applicabilité de la réalité virtuelle dans la réhabilitation neurocognitive des victimes, et le potentiel de *Second Life* pour le développement de l'autonomie individuelle. Nous avons effectué un examen systématique de la littérature par la recherche manuelle des articles et des livres plus cités d'autres auteurs, y compris des études de l'examen théorique. Critères d'inclusion: données statistiques sur les accidents de la route *online*, des études utilisant des environnements virtuels dans la réhabilitation et l'évaluation neurocognitive indépendamment de l'échantillon ou des déficits cognitifs et des troubles psychologiques. Un examen sur les études les plus cités, d'examiner la nomenclature, les indications et quels sont les objectifs de celle-ci. Nous avons identifié 85 études d'intérêt, parmi lesquels montrent une grande hétérogénéité dans les critères de sélection des environnements virtuels, les objectifs d'apprentissage, les types d'échantillons et la tendance à créer de nouveaux *serious games* pour l'évaluation et la réhabilitation neuropsychologique des fonctions cognitives.

MOTS-CLÉS: psychologie de la circulation routière, la rééducation neuropsychologique, réalité virtuelle, environnements virtuels.